Aus der Abteilung für Frauenkrankheiten und Geburtshilfe
des Marienhospitals Stuttgart
(Direktor: Dr. med. habil. Walter Stemmer)
und aus der
Geschichte der Medizin
(Dr. med. habil. E. Stübler)

Die Lehre vom Samen

von Leuwenhoek bis in die Gegenwart

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin, Chirurgie und Geburtshilfe
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Eberhard Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von

Wolfgang Wimmershof
aus Diedenhofen

---

1 9 4 5
Buchdruckerei C. Carle (Inh.: W. Wimmershof), Vaihingen-Enz

Dekan: Professor Dr. W. Engelhardt

Berichterstatter: Dr. med. habil. E. Stübler

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Mit dem 17. Jahrhundert begann nicht nur für die Anatomie und Physiologie, sondern auch für die Entwicklungsgeschichte ein neues, überaus fruchtbares Zeitalter. Jahrhundertelang war unter Aerzten und Naturforschern die Meinung vorherrschend, daß neues Leben aus faulenden Substanzen durch eine Art Gärung, die sogenannte Urzeugung oder Generatio aequivoca, entstehe. Besonders von niederen Tieren nahm man dies an. Zwar hatte schon im Jahre 1668 der Italiener Redi in ausgezeichneter Weise durch Versuche an Fleischstückchen, die er unter strengem Verschluß aufbewahrte und an denen sich infolgedessen durch Fliegenübertragung die als Würmer gedeuteten Maden nicht bilden konnten, dieser irrigen Meinung den Todesstoß versetzt. Trotzdem hielt man bei Eingeweidewürmern noch zu Beginn des 19. Jahrhunderts eine solche Entstehung hier und da für möglich. Harvey hat diese falsche Lehre endgültig widerlegt, indem er feststellt, daß alle Geschöpfe aus Eiern hervorgehen. In den Satz „omne vivum ex ovo" faßt er im Jahre 1651 seine Erkenntnisse zusammen, hat damit aber auch die aristotelische Anschauung umgestoßen, wonach das Säugetierindividuum sich aus der Vereinigung eines männlichen und eines weiblichen „Samens" entwickelt.

Genauere Angaben über das weibliche Ei macht erst Regnier de Graaf (1641—1673), der in den bis dahin für weibliche Hoden gehaltenen Ovarien die nach ihm benannten Graaf'schen Follikel entdeckt und nach 72 Stunden die aus den Ovarien entleerten Eier in den Uterushörnern nachweisen kann, wobei er allerdings den ganzen Follikel als Ei betrachtet, ein Fehlschluß, den erst E. v. Baer berichtigte.

In diese umwälzende Epoche fällt im Jahre 1677 die Entdeckung der Samenfäden durch Leuwenhoek's Schüler Ham, nachdem zwei Jahre vorher Leuwenhoek bereits die Infusionstierchen zum erstenmal gesehen hatte. Diese Entdeckung war unzweifelhaft eine der wichtigsten Taten in der Biologie überhaupt. Allerdings war noch ein weiter und beschwerlicher Weg mit vielen Rückschlägen und Fehlschlüssen zurückzulegen, bis man zu den heutigen Erkenntnissen über die Spermatozoen gelangte.

Antoni v. Leuwenhoek, geboren 24. Oktober 1632 in Delft in Holland, gestorben 17. August 1723 daselbst, war Kaufmann und beschäftigte sich aus Liebhaberei mit dem Schleifen von Linsen. Darin brachte er es zu einer erstaunlichen Fertigkeit und konstruierte bessere Mikroskope, als sie jemals zuvor gebaut worden waren. Im Jahre 1677 wurde er durch seinen Schüler und Mitarbeiter Ham aus

Arnheim auf kleine bewegliche Körperchen aufmerksam gemacht, die dieser in einer Samenflüssigkeit fand, die von einem an Gonorrhoe erkrankten Manne stammte. Leuwenhoek berichtete seine Beobachtungen an die „Royal Society" in London. Zwei Mitteilungen veröffentlichte er im XIII. Jahrgang der Londoner Philosophical transactions, Vol. IV Nr. 142 (Dezember 1677 bis Februar 1678). Der Wortlaut der betreffenden Stelle soll hier wiedergegeben werden; er lautet: „Postquam Exc. Dominus Professor Cranen, me visitatione sua saepius honorarat, literis rogavit, Domino Ham cognato suo quasdam observationum mearum videndas darem. Hic Dominus Ham me secundo invisens, secum in laguncula vitrea semen viri, Gonorrhoea laborantis sponte destillatum, attulit, dicens, se post paucissimas temporis minutias (cum materia illa jam in tantum esset resoluta, ut fistulae vitreae immitti posset) animalcula viva in eo observasse, quae caudata, et ultra 24 horas non viventia iudicabat: Idem referabat se animalcula observasse mortua post sumptam ab aegroto Terebinthinam Materiam praedictam fistulae vitreae immissam praesente Domino Ham observavi, quasdamque in ea creaturas viventes; at post decussum 2 auf 3 horarum eandem solus materiam observans, mortuas vidi."

In denselben Briefen berichtet Leuwenhoek schon von seinen weiteren Untersuchungen über menschliches Sperma und erwähnt bereits darin die Spermakristalle, die er auch dort in drei Figuren abbildet. Diese letzte Tatsache war später vollständig in Vergessenheit geraten. Denn als Boettcher im Jahre 1865 die Spermakristalle sah und beschrieb und ihre Entdeckung für sich in Anspruch nahm, wurde kein Einspruch erhoben; seither sind sie als „Böttchersche Kristalle" allgemein bekannt.

Die folgenden Jahre widmet Leuwenhoek weiteren Beobachtungen über die Spermien. In einem zweiten Brief vom 18. März 1678 gibt er Abbildungen von den beobachteten Spermienformen, die in den wesentlichsten Punkten doch schon auffallende Aehnlichkeit mit unseren heutigen Darstellungen haben. Er nennt als Teile der Spermien in seinem ersten Brief „Corpus" und „Cauda", im zweiten bereits „Capitulum cum trunco" und „Cauda", so daß seit dieser Zeit die wichtigsten Namen schon feststehen.

Bei vielen anderen Tieren, so bei Hunden und Kaninchen, bei Vögeln, Fischen, Fröschen und Insekten, fand er bald ebenfalls „Samenwürmchen". Auch glückte es ihm, durch mikroskopische Untersuchungen an Hunden und Kaninchen entgegen den Angaben von Harvey festzustellen, daß bei einer Begattung die Samenfäden in die Höhle der Gebärmutter eindringen und von hier sogar „in die Eileiter bis zur Tubenöffnung gelangen" (O. Hertwig). Nach Bischoff soll aber Leuwenhoek die Eileiter nicht untersucht haben, „denn es ist zu bemerken, daß er oft den Uterus Tuba nennt". Vielleicht hat er bei den zweihörnigen Gebärmüttern der Säugetiere die beiden Hörner als Eileiter angesehen.

Mit der Entdeckung der Samenfäden und des Eies begann ein lange währender Streit zwischen den Gelehrten. Es bildeten sich

2 Parteien, die „Ovisten" und die „Animalculisten"; letztere verfochten die Ansicht, daß der männliche Same — das einzelne Samentierchen — den präformierten Keim des neuen Individuums darstelle. Bemerkenswert ist dabei die Tatsache, daß nicht Leuwenhoek, sondern der Holländer Hartsoeker, der ebenfalls die Kunst des Linsenschleifens verstand und auf Grund von Beobachtungen am Hahn sich sogar selbst als den Entdecker der Samenfäden bezeichnete, im Jahre 1694 zum erstenmal die Samenfäden die „präformierten Keime" nennt. Die Erklärung für Leuwenhoeks Zurückhaltung in diesem Punkte ist wohl in der Tatsache zu suchen, daß er eigentlich nur Beobachter war — dies allerdings in glänzender Weise — und seine Beobachtungen getreulich nach London berichtete, daß er aus ihnen aber fast nie selbst Schlüsse zog oder gar neue Theorien begründete. Das überließ er den anderen.

So nimmt es auch nicht Wunder, daß er anfänglich den Samenfäden die „Erregung der Geschlechtslust" zuschreibt, während er sie später selbst als präformierte Keime bezeichnete. Demgegenüber betrachteten die meisten anderen Forscher die Samenfäden als kleinste Parasiten — so z. B. als Cercarien, wie wir später sehen werden —, welche die Samenflüssigkeit bevölkern entweder ohne ersichtlichen Grund, etwa so wie die kleinen Infusorien den Darm des Frosches, oder aber deshalb, um durch ihre Bewegungen die Samenflüssigkeit ungerinnbar zu machen. Der Streit war noch zu Beginn des 19. Jahrhunderts unentschieden; so läßt z. B. Johannes Müller in seinem „Handbuch der Physiologie" (1830) die Frage, ob es sich bei den Spermien um Parasiten oder belebte Urteilchen handelt, noch offen: Leuwenhoek selbst hat die Samenfäden als „animalcula seminis", als „Samentierchen" bezeichnet. Nachdem man die Meinung, sie seien die Urkeime der Embryonen, aufgegeben hatte, hielt man sie meist für Angehörige der Tiere, die sich in allen Aufgüssen organischer Substanzen bilden („Aufgußtiere" = Infusorien). Mit diesen haben sie allerdings im Aeußeren Aehnlichkeit. Die Erkenntnis, daß Eier und Samenfäden tierische Zellen sind, ist erst im 19. Jahrhundert Schritt für Schritt gewonnen worden. Hier schaffte endgültige Klarheit erst Schwann's berühmtes Werk, worin er die Zellenlehre begründet (1839). Im Jahre 1833 stellt Treviranus noch fest: „Was die sogenannten Samentierchen eigentlich sind, ist eine noch immer nicht genügend beantwortete Frage, obgleich diese Wesen schon seit 150 Jahren häufig beobachtet wurden". — Nach dieser kurzen Exkursion in das 19. Jahrhundert muß ich jedoch nochmals zu Leuwenhoek und seinen Zeitgenossen zurückkehren, um auf ihre Theorien näher einzugehen.

Präformation bzw. Evolution.

Fast alle ernsthaften Forscher waren vor der Entdeckung der Samenfäden sich darin einig, daß das Ei der präformierte Keim des Individuums sei, daß also alle Organe und Körperteile darin schon „en miniature" fertig vorgebildet („präformiert") sich befänden. Es brauchte nur zu wachsen und seine Hüllen zu sprengen, um am Schluß als ausgewachsenes Geschöpf in Erscheinung zu treten. Dieses Sprengen der Hüllen wurde recht plastisch als „Evolution" bezeichnet. Es ist verständlich, daß beim Stande der damaligen mikroskopischen Technik und der Zerkleinerungskunst mit Schere und Pinzette der Forscher den Keim erst zu Gesicht bekam, wenn dieser makroskopisch bereits eine beachtliche Größe erreicht hatte, zu einem Zeitpunkt also, wo im wesentlichen schon alle Organe und oft auch die groben Körperformen angelegt waren. Die allerersten Entwicklungsstadien waren deshalb völlig unbekannt. Wenn Swammerdam mit unglaublicher Geschicklichkeit und feinsten Instrumenten aus einer Schmetterlingsraupe unter Ablösen der Hülle den zusammengerollten Schmetterling auspräparierte, so wurde dadurch die Theorie der Präformation nur noch stärker untermauert. Die alten Evolutionisten glaubten also mit Recht, behaupten zu können, daß jeder organisierte Körper schon vor der Befruchtung präexistiere, und daß die Befruchtung nichts weiter tue als dem vorher schon im Ei (oder später im Samenkern) im kleinen abgezeichneten Ganzen die Entwicklung zu verschaffen.

Bis zur Entdeckung der „Samenwürmchen" wagte niemand ernsthaft, diese sehr einleuchtende Theorie anzuzweifeln. Da erstand ihr mit Leuwenhoek der erste aber auch gefährlichste Gegner. Da ja bei der Zeugung das männliche Geschlecht ebenso sehr beteiligt ist wie das weibliche, tauchte die Frage auf, welches der beiden Geschlechtsprodukte der präformierte Keim sei. Für die Samenfäden sprach ihre mehr tierähnliche Form und ihre Beweglichkeit im Gegensatz zu den unbeweglichen und plumpen Eiern. Man verglich die Samenfäden mit Kaulquappen, und ließ sie wie diese allmählich wachsen und sich entwickeln und verwandeln. Sogar der Name „Homunculi" wurde ihnen beigelegt. Hartsoeker, den ich oben schon erwähnte, gab seiner Hypothese eine Illustration bei: in einen Samenfaden zeichnete er einen kleinen Menschen mit übereinander geschlagenen Armen und Beinen, in einer Hülle steckend, ein. Der sonst völlig unbekannte Dalenpatius, der eigentlich Plandate hieß und Sekretär der Akademie zu Montpellier war, stellte sogar 1699 die unglaubliche Behauptung auf, unter dem Mikroskop die Häutung eines solchen Homunculus beobachtet zu haben; er illustrierte dies auch.

Leuwenhoek hatte einwandfrei die Samenfäden im Uterus verschiedener Tiere nachgewiesen. Daraus wurde der Schluß gezogen, daß dieser für die Spermien gleichsam das Nest für ihre weitere Entwicklung abgebe. Bei den eierlegenden Tieren aber sollten die Samenfäden in die Eier eindringen, deren Dottermasse für sie die Nährsubstanz für die Entwicklung darstelle.

Die Spaltung der Evolutionisten in „Ovisten" und „Animalculisten" hatte also begonnen. Während unter den ersteren Forscher wie Swammerdam, Malpighi, Harvey, Spallanzani, Vallisneri, Bonnet, Haller u. a. sich befanden, schlossen sich den letzteren neben Leuwenhoek, Boerhave, Lieutaud, Lancisius, auch der Philosoph Leibniz u. a. an. Als aber Bonnet die Jungfernzeugung (Parthenogenese) der Blattläuse entdeckte und bewies, daß die Eier, die niemals mit männlichem Samen in Berührung kamen, sich trotzdem entwickelten, gewann die Ansicht der Ovisten, die in Haller einen fanatischen Verfechter hatte, immer mehr an Bedeutung. Von jetzt ab wurden die Spermien meist für Parasiten gehalten.

Im übrigen verhehlten sich auch überzeugte Evolutionisten, wie z. B. Haller, nicht, daß ihre Lehre auf große Schwierigkeiten stoße. So bemerkt er einmal: „Es kommt mir höchst wahrscheinlich vor, daß die wesentlichen Teile der Frucht (gemeint ist beim Hühnchen) schon längst, aber nicht als solche, wie sie bei großen Tieren erscheinen, gebildet sind". Und weiter sagt er: „Das Hühnchen im Ei ist vom vollkommenen Huhn nicht weniger verschieden als die Raupe vom Schmetterling". Bonnet, ebenfalls ein eifriger Verfechter der Präformationslehre, versteht unter Keim „eine jegliche Vorherordnung, jegliche Vorherbildung der Teile, der durch sich selbst vermögend ist, das Dasein einer Pflanze oder eines Tieres zu bestimmen". Er kommt also zu einer solch allgemein gehaltenen Fassung des Keimbegriffes, daß er auch für unsere heutigen Vorstellungen recht angebracht wäre.

Freiherr von Gleichen schreibt über Haller im Jahre 1778 folgendes: „Es ist eine offenbare Sache, daß es dem Herrn von Haller nie zu Sinnen gekommen, die Präexistenz des Hühnchens im Ei, für wirklich erwiesen auszugeben, die man auch mit einem Linsenglas, das den Durchmesser nur 80 mal vergrößert, wenn sie auch vorhanden wäre, nie sehen würde, Herr v. Haller sich aber keines stärkeren bei seinen Beobachtungen bedient hat. Er hat sie bloß vermutet und aus seinen Beobachtungen geschlossen. Und hierauf haben dennoch er und seine Nachfolger, ein System gegründet, welches von den außerordentlichsten Schlüssen und Erklärungen zusammengesetzt ist". Die Worte Hallers, auf die sich von Gleichen beruft, sind: „Il me parait presque demontrable, que l'embrion se trouve dans l'oeuf, et que la mère contient dans son ovaire tout ce que ist essentiel au fetus" (Sur la formation du coeur dans le Poulet).

Weiter sagt v. Gleichen über die Verfechter der Präformationslehre: „Herr v. Haller schließt, weil das Gelbe vom Ei vor sich und ohne Gemeinschaft mit dem Hahne zu haben, in dem Leibe der Mutter existiere: so müßte der Foetus, obschon unsichtbar, mit diesem zugleich existieret haben. Und Herr Bonnet sagt fast mit den nämlichen Worten: ‚Dieweil das Gelbe in den Eiern, die noch nicht befruchtet wären, vorhanden seye: so folge notwendig daraus, daß der Keim vor der Befruchtung existiere. Dieses Gelbe vom Ei sei inwendig von einer Haut bekleidet, die nichts anderes als die Fortsetzung derjenigen Haut sei, welche die dünnen Gedärme des Küch-

leins bedecke, und zugleich mit dem Magen, dem Munde, der Haut und den Oberhäutchen, Gemeinschaft habe, und ein organisches Ganzes ausmache'."

Heute wissen wir, an was die Präformationslehre krankte und haben ihre Fehler klar vor Augen; die Forschung von Jahrzehnten und Jahrhunderten hat sie allmählich aufgedeckt. Wenn manche Schlüsse, die die Evolutionisten aus ihren Beobachtungen und Experimenten zogen, falsch waren, so haben doch ihre Versuche selbst, die oft mit erstaunlicher Exaktheit ausgeführt wurden, äußerst befruchtend auf die Wissenschaft gewirkt. Damals begann das Experimentieren überhaupt erst richtig. Und einer seiner ersten Förderer war der italienische Abt Lazzaro Spallanzani (1729—1799), selbst ein eifriger Anhänger der Präformationslehre. Folgende phantastische Vorstellungen von Friedrich Mengen, Professor in Leipzig, mögen die Verhältnisse charakterisieren, die Spallanzani vorfand, als er mit seinen Versuchen begann: Mengen hatte am Daumen des Frosch-Vorderfußes eine fleischige Erhöhung festgestellt, die dem Männchen bei der Umarmung zum besseren Halten dient. Er hatte sich vorgestellt, daß der Same des Frosches während der Begattung aus dieser fleischigen Erhöhung erst in die Brust des Weibchens und von hier aus auf vielen ihm selbst unbekannten Umwegen in den Eierstock des Weibchens übergehe, in dem endlich die Eier befruchtet würden. Anfänglich scheint Spallanzani über das Wesen der Befruchtung ebenfalls noch sehr vage Vorstellungen gehabt zu haben. Er glaubte, weil er keine äußerlichen Verschiedenheiten an den befruchteten und unbefruchteten Froscheiern gewahr wurde, daß das Froschtierchen schon vor der Befruchtung in seinen Häuten da sei, und die Eier nicht Eier, sondern das Tier selbst wären. Einmal sagt er: „Die unbefruchteten Eier verderben und lösen sich auf", und an einer anderen Stelle: „Die Tierchen der Frösche, oder wenn man sie so nennen will, ihre Eier, entwickeln sich schon wirklich, ehe sie noch befruchtet sind."

In seinem unersättlichen Forscherdrang führte Spallanzani 1780, durch seinen Freund Bonnet angeregt, zum ersten Mal die künstliche Befruchtung durch. Sie gelang ihm bei mehreren Amphibien. Er bestrich die Froscheier mit der Flüssigkeit, die er der Samenblase eines Männchens entnommen hatte und beobachtete nach einiger Zeit das Ausschlüpfen der Kaulquappen. Zur Kontrolle bewahrte er unbefruchtete Eier während derselben Zeit ebenfalls im Wasser auf und stellte bei ihnen keine Veränderung fest. Selbst an das Experiment mit Säugetieren wagte er sich heran. Er berichtet, daß er Samen von einem Hunde, der eine freiwillige Ejakulation hatte, mittels einer bis zu 30° R. erwärmten Spritze aufzog und in die Gebärmutter einer läufigen Hündin einführte; diese war 13 Tage vor dem ersten Zeichen des Läufigseins eingesperrt worden und das Experiment wurde erst am 20. Tag vorgenommen, wo das Tier sehr „hitzig" war. Zwei Tage nach der Einspritzung hörte die Hündin auf, läufig zu sein; nach 20 Tagen schwoll ihr Unterleib an und am 62. Tag warf sie drei Junge, zwei Männchen und ein Weibchen,

welche sehr munter und lebhaft waren und ihrer Gestalt und Farbe nach nicht nur der Mutter, sondern auch dem Hunde, von dem der Same genommen worden war, ganz ähnlich waren. Professor Rossi in Pisa will diesen Versuch mit Erfolg wiederholt haben.

Ebenso bewiesen die Gegenversuche, durch welche man verhindert, daß der männliche Samen zu den Eiern gelangt, die Notwendigkeit des materiellen Kontaktes. Spallanzani zog deshalb Froschmännchen „wachstafftene Höschen" an; sie begatteten die Weibchen, aber kein einziges Ei entwickelte sich; er sah dann die Samenflüssigkeit in kleinen Tröpfchen in den „wachstafftenen Höschen".

Als Hilfshypothese diente den Evolutionisten die Einschachtelungslehre, da sie auf anderem Wege einer großen Schwierigkeit in ihrer Theorie, die von ihnen klar erkannt wurde, nicht Herr werden konnten: wenn nämlich die junge Generation schon immer in der vorhergehenden (Elterngeneration) vorgebildet sein sollte, so mußte ein Urkeim schon alle Keime für die unendlich große Zahl aller nach ihm folgenden Generationen in sich enthalten. Die Evolutionisten nahmen also an, es müßte eine geradezu unvorstellbar große „Einschachtelung" der präformierten Keime möglich sein. Aber auch diese Einschachtelungstheorie konnte nicht mehr lange über die Schwächen, die die Präformationstheorie aufwies, hinwegtäuschen, zumal ihr immer mehr Gegner erstanden. Einer davon war Blumenbach, der mit seiner im Jahre 1789 erschienenen, in gefälligem und witzigem Stil geschriebenen Broschüre „Ueber den Bildungstrieb" große Erfolge hatte. Einmal schreibt er: „Noch weit unbegreiflicher erscheint es, wie andere Männer die in einem stagnierenden tierischen Safte zu erwartenden Würmchen zu beseelten Keimen künftiger Menschen haben hinaufwürdigen und erheben dürfen".

Eine neue Theorie hatte also Aussicht, sich durchzusetzen, mochte sie auch wieder andere Mängel und Unklarheiten aufweisen; sie mußte nur die alten ausmerzen und sie durch neue einleuchtende Thesen ersetzen

Panspermatismus.

Buffon (1749) entwickelt die Theorie des Panspermatismus. Er widerspricht der Einschachtelungslehre und betrachtet als die Grundlage der Organismen kleine lebende Urteilchen, die unzerstörbar und unveränderlich sind. Er läßt sie überall im Wasser, auf der Erde und in der Luft verbreitet sein. In diese Urteilchen zerfallen die Organismen beim Tode wieder. Die Samentierchen gehören bei Buffon zur belebten Urmaterie. Die Frage, wie diese Urteilchen sich zu Pflanzen und Tieren aufbauen, beantwortete Buffon etwa folgendermaßen: Mit der Nahrung nehmen Pflanzen und Tiere die Urteilchen in sich auf, jene mit den Wurzeln aus dem Boden, diese, indem sie die Pflanzen oder Tiere, die sie vertilgen, durch die Verdauungssäfte wieder in ihre Urteile zerlegen. Der Ueberschuß an Urteilchen, die zum Wachstum nicht benötigt werden, sammelt sich in besonderen Behältern an und dient der Fortpflanzung. Diese Urteilchen

verbinden sich nach ihrer inneren Verwandtschaft. Die Pflanze selbst bezeichnet Buffon als „Modell" für die Entstehung des neuen Individuums, an das sich die Urteilchen bei ihrem Aufbau halten können. Jedem Lebewesen soll also eine „formgebende Kraft" innewohnen. Bei den höher organisierten Arten sollen die Geschlechtsorgane Behälter darstellen, in die die überschüssigen, zur augenblicklichen Zeugung nicht benötigten Urteilchen gesendet und aufbewahrt werden.

Buffon hielt also die Samentierchen und Infusorien für strukturlose, bloß belebte Materie. Er nimmt an, daß sich beim Zeugungsakte die organischen Moleküle der männlichen und weiblichen Samenflüssigkeiten an einem dazu geeigneten Ort miteinander vermischen. Beim Vorhandensein von mehr männlichen Molekülen entsteht ein männliches Wesen und umgekehrt.

Im wesentlichen schließt sich Oken mit seiner im Jahre 1805 erschienenen Schrift noch den Ansichten Buffons an, obwohl eine beachtliche Zeitspanne zwischen dem Wirken der beiden Forscher liegt. Oken läßt die Infusorien zahlreich und innig miteinander zu einem Individuum verbunden sein und bezeichnet sie als die Bausteine der Pflanzen und Tiere. Lange Zeit gilt er auch deshalb als der Begründer der Zellentheorie. Bei Oken sind die Samenfäden der Tiere und die Pollenkörner der Pflanzen nicht die präformierten Keime, sondern Urtiere. Bei der geschlechtlichen Zeugung, bei der sich der männliche Samen mit dem weiblichen Bläschen vereinigt, hat das Bläschen nur die Funktion der „Typus gebenden Kraft" etwa analog dem „Modell" bei Buffon. Oken sagt wörtlich: „Dieses (nämlich das weibliche Bläschen) liefert zum entstehenden Embryo weder einen Keim noch organische Grundteilchen, noch sonst etwas Materielles, sondern bloß die Form, welche die eintretenden Cercarien (in diesem Falle sind Samenfäden gemeint) durch die mit dem Bläschen erwachsene organische Tätigkeit so miteinander verbindet, daß sie, auch noch durchsichtig, schon den Typus desjenigen Tieres in Miniatur darstellen, zu dessen Gattung sie gehören". Der Embryo sollte durch fortdauerndes Ansetzen von Infusorien aus dem Blute der Mutter wachsen. Oken bestreitet die Richtigkeit und Glaubwürdigkeit von Spallanzani's Versuchen, nach denen die Infusorien aus Sporen oder Eiern ihren Ursprung nehmen. Da bei ihm die Infusorien nur im männlichen Samen enthalten sind, prägt er das Wort: „Nullum vivum ex ovo". — Die uns heute phantastisch anmutende Zeugungslehre Buffons und Okens hat im Grunde genommen schon Spallanzani durch sorgfältig ausgeführte Experimente (die ich oben bereits beschrieb) um das Jahr 1780 entkräftet

Die Theorie der Epigenesis.

Caspar Friedrich Wolff entwickelte 1759 die „Epigenesis", die er in drei späteren Schriften (1764, 1768, 1789) weiter ausbaut. Mit Hilfe einer Säftetheorie hält er es für „geometrisch bewiesen", daß ein flüssiger Körper (er beobachtete hauptsächlich bei Pflanzen diejenigen Stellen, wo sich neue Organe anlegen, also Samenknospen, Vegetationskegel usw., die zuerst weich und flüssig, später „klebricht

und fadenziehend' sind) nicht organisch sein könne. Dasselbe bezieht er auf die einzelnen tierischen Organe, von denen er jedes als eine flüssige Absonderung , die vom zuerst Entstandenen gebildet wird, betrachtet. Später wird jedoch die unorganische Abscheidung „organisch" gemacht.

Analog seiner Säftetheorie hat W o l f f auch ganz andere Vorstellungen vom Samen als seine Vorgänger. Schon im einleitenden Artikel seiner Schrift, in der er die Unwahrscheinlichkeit der Präformation dartut, sagt er u. a.: „Eine solche elende Natur kann ich nicht ausstehen, und die Samentierchen, in ihrer Hypothese betrachtet, sind nicht ein Werk des unendlichen Philosophen (gemeint ist Gott), sondern sie sind das Werk eines Leuwenhoek, eines Glasschleifers" Die Wirkungsweise des Samens stellt er sich ungefähr folgendermaßen vor: „Das Rückgrat und der Kopf des Embryo wird zuerst exzerniert", und zwar geschieht dies dadurch, daß die flüssige Eimasse durch den Einfluß des männlichen Samens wieder zur Vegetation angeregt wird. O. H e r t w i g schildert die W o l f f 'schen Gedankengänge mit folgenden Worten: „Die Bildung der Zeugungsstoffe läßt er auf einer Abnahme der Vegetationskraft beruhen. Es werden in den Geschlechtsorganen zwar noch Säfte abgeschieden, aber sie werden nicht organisiert, da der Zufluß neuer Nahrungssäfte aufhört. Daher trennen sich auch die nicht weiter ernährten Zeugungsstoffe nach ihrer Sekretion vom Organismus ab. Damit nun im pflanzlichen Samen und im tierischen Ei die zum Stillstand gekommene Vegetation wieder hergestellt werde, müssen ihm von außen Nahrungssäfte zugeführt werden als Ersatz für den inneren Zufluß, der ja aufgehört hat. Solchen Ersatz liefert der männliche Samen, welcher als ein im höchsten Grad vollkommenes Nutriment bezeichnet wird. W o l f f definiert daher die Befruchtung als eine mit Hilfe des männlichen Samens wieder hergestellte Vegetation oder auch eine von außen geschehene Nutrition."

Mit dem Ende des 18. und zu Beginn des 19. Jahrhunderts tritt an die Stelle der Evolution endgültig die Epigenesis als die führende Theorie.

Erkenntnisse über die Physiologie der Zeugung im 18. Jahrhundert.

Wenn auch im 18. Jahrhundert über das Wesen der „Samentierchen" und über die Entstehung des Keimes noch keine klaren Vorstellungen herrschten und sich die verschiedensten Theorien bekämpften, so hatte man doch schon recht gute Kenntnisse über die Vorgänge bei der Zeugung. So sagt z. B. V a l l i s n e r i in seinem Werke „Ueber die Erzeugung der Menschen und Tiere" im Jahre 1739: „Es bemerken auch Diejenigen, so verheiratet sind, daß unter den Zeichen, woran man erkennt, daß die Frau schwanger geworden, dieses eines mit sei, wenn man ein gewisses ungemeines und heftiges Saugen (gemeint ist „des Uterus") fühlt". Ebenso rechnet es D i o n i s: „Von der Erzeugung und Geburt des Menschen" 1745 zu

den Zeichen der Empfängnis, „wann der Mann fühlt, daß die Eichel seiner Ruthe gegen den Bährmutterrand anstoßet, welches die Wollust an Seiten der Frau verdoppelt; wann der Mann und die Frau ihren Samen zugleich aussprützen". Und S. 128 erklärt er eine Schwängerung bei nicht vollkommener Immissio penis so: „Denn die vermittelst der verliebten Umarmung erhitzte Gebärmutter, weil sie begierig gewesen, die Ruthe und den Samen zu empfangen, ist zu der Zeit bis an den äußersten Muttermund gekommen, und weil die ersten Tropfen bis an das Mundloch der Bährmutter ausgesprützt worden, sind sie von derselben empfangen und zu dem Eierstocke gebracht worden".

Der Zeitabschnitt bis zur Entdeckung der Zelle.

Freiherr von Gleichen gen. Rußworm verteidigt in seiner Schrift „Abhandlung über die Saamen- und Infusionsthierchen und über die Erzeugung nebst mikroskopischen Beobachtungen des Saamens der Thiere und verschiedener Infusionen" lebhaft die Existenz der Samentierchen, die damals noch angezweifelt wurde. Er stellt sogar eine Liste beider Parteien auf, nämlich derjenigen Forscher, die die Samentierchen als solche anerkennen und derjenigen, die sie nicht anerkennen. Sie verhalten sich wie 55:8.

Er beschreibt die eigenen Beobachtungen über die Samentierchen und schildert sie als „mit langen Schwänzen versehene Körperchen, die wohl zweimal hunderttausendmal kleiner sind als ein Hirsekorn". Während sich bei seinen Versuchen die Samentierchen im unverdünnten Samen nur langsam fortbewegen, „sich gleichsam nur schleppend fortbewegen, oder, weil sie mit ihren Schwänzen klebend bleiben, nicht vorwärts rucken", „durchfahren" diejenigen im verdünnten Samen „den ganzen Gesichtskreis". v. Gleichen vergleicht sie, ebenso wie es viele Naturforscher vor ihm schon taten, mit Kaulquappen. Weiter stellt er fest: „Alle erstgedachte Erscheinungen haben mir, die Saamen sowohl warm als kaltblütiger Thiere, nicht einmal, sondern öfter, als ich es zu zählen vermag, gegeben; nie aber habe ich die Saamenthierchen, wie Herr Needham sie von den Aesten vegetieren sollender Saamenmaterien losmachen und wie reife Kirschen von dem Baum abfallen sehen. Sie entstehen auch nach seiner Meinung nicht eher als nach Ergießung des Samens. Wer dieses glauben kann, der den aus den Samenbläschen genommenen belebten Samen gesehen hat, kann ebenso leicht glauben, daß es Frösche regne".

Als v. Baer im Jahre 1827 das Ei entdeckte und damit die bisher gültige Ansicht von Regnier de Graaf, daß der ganze Follikel das Ei darstelle, hinfällig wurde, waren erst die Vorbedingungen geschaffen für eine allmähliche Erhellung des Dunkels, das bis jetzt noch über der wahren Natur und den Aufgaben von Ei und Samen lag. — R. Wagner vervollständigte den Einblick in den Bau des Eies durch die Auffindung des Keimfleckes. Wichtige Beobachtungen über den Furchungsprozeß wurden gesammelt; doch blieb allen For-

schern die wahre Bedeutung des so eigentümlichen Prozesses als eines Zellteilungsvorganges noch verborgen. Baer glaubte, daß durch ihn eine größere Berührungsfläche für die befruchtende Samenflüssigkeit geschaffen werden sollte.

Die abenteuerlichen Vorstellungen, wie sie von Dalenpat (1699) Andry, Gerber und selbst von dem bekannten Nathanael Lieberkühn über die Spermien als „homunculi" genährt wurden, habe ich schon erwähnt. In der Folgezeit hatten sich Linné, Buffon, C. F. Wolff, Spallanzani und Treviranus gegen die Auffassung, die Spermien seien Animalcula, ausgesprochen. J. J. Czermak hielt sie für das befruchende Prinzip; sie sollten den weiblichen Zeugungsstoff, den er als „Fluidum" ansah (noch 1832, nachdem Baer längst das Säugetierei entdeckt hatte!) zur Gestaltung befähigen. Allen voran hatte sich schon Freiherr v. Gleichen-Rußworm (1778) dahin geäußert, daß die Spermien in die Eier eindringen müßten, um sie zu befruchten. — Der Name „Spermatozoa" rührt von K. E. v. Baer her.

Ehrenberg in seinem großen Infusionswerke (1838) und Valentin (1837) möchten die Spermatozoen noch für Tiere erklären, Ehrenberg mit Hill (1751) für Cercarien, weil man stiletförmige Anhänge am Kopfe fand (Perforatorien) und die Delle am Kopf für eine Sauggrube hielt. v. Siebold (Wiegmanns Archiv 1838) sprach sich gegen die tierische Natur aus, und Henle, nachdem er anfänglich auch mit Johannes Müller wegen der vermeintlichen Sauggrube für die tierische Natur der Spermien eingetreten war, erkannte bald, daß es sich dabei um eine „Delle", also um eine optische Erscheinung handle.

Im Jahre 1838 schreibt R. Wagner: „Eine Frage von großer Wichtigkeit, die, wenn sie entschieden wäre, über die tierische Natur der Spermatozoen keine Zweifel mehr übrig ließe, ist: ob sie wirklich eine innere Organisation besitzen, nach der Art der Eingeweidewürmer oder Infusorien; wie die große Schärfe der Instrumente und die Geduld genauer Beobachter auch bei den kleinsten und scheinbar einfachsten Formen, wirklich fungirende Organe, namentlich einen zusammengesetzten Verdauungsapparat nachgewiesen hat. Es stehen sich über diesen Punkt verschiedene Ansichten gegenüber. Früher stellte man die Spermatozoen zu den Kerkarien, als Cercaria seminis und noch neuere, höchst sorgfältige Beobachter sind dieser Ansicht. Einige glaubten, selbst bei menschlichen Spermatozoen in der Mitte des flachen Körperchens eine Saugscheibe wahrgenommen zu haben, ähnlich wie bei den Cercarien und Distomeen, andere weiter, Magenstücke wie bei den polygastrischen Infusorien finden; dagegen ist es wieder anderen bei der stärksten Vergrößerung und schärfsten Beobachtung nicht gelungen, nur mit einiger Sicherheit Spuren innerer Organe in dem durchsichtigen Körper der Samenthierchen zu finden". Er schildert dann die einzelnen morphologischen Erscheinungen, wobei er von „einem Fleck, der öfter wie ein Ring oder Halbring erscheint, und der eben von einigen als Sauggrube gedeutet worden zu sein scheint" spricht, und kommt schließlich zu

dem Schluß, daß „die Beantwortung der Frage, ob die Spermatozoen einen tierischen Organismus haben, zur Zeit noch unmöglich" sei.

Der Stand der Erkenntnisse und des Wissens um den Samen kurz vor der Begründung der Zellentheorie wird durch eine Zusammenfassung der bis dahin gefundenen Resultate in R. Wagners „Lehrbuch der speziellen Physiologie" am deutlichsten: „1. Die Spermatozoen sind wesentliche Bestandteile des Samens, sie kommen immer im zeugungskräftigen Samen, während der ganzen, bei Tieren temporär beschränkten und regelmäßig wiederkehrenden Brunftzeit, beim Menschen und vielen Haustieren im Blütealter vor. 2. Die Samentierchen bilden im ausgebildeten Samen die Hauptmasse des Samens. 3. Die Samentierchen haben konstante Größen und Formverschiedenheiten, in welchen sich gewisse allgemeine Typen, je nach den Klassen, Ordnungen und Familien der Tiere nicht verkennen lassen, und die in vielen Fällen für die einzelnen Arten charakteristisch sind. 4. In einer und derselben Tierart und in einem und demselben Individuum kommt immer nur eine bestimmte Form vor. 5. Eine bestimmte klare innere Organisation der Spermatozoen ist bis jetzt noch nicht nachgewiesen. 6. Ihre Bewegungen sind sehr mannigfaltig und tragen durchaus den Charakter der Willkür. 7. Die Dauer der Bewegungen, der Einfluß verschiedener Flüssigkeiten, Temperaturverhältnisse usw. sprechen für ein selbständiges Leben, das nur mehr oder weniger abhängig ist von dem des Tieres, in welchem sie vorkommen. 8. Ihre Entwicklungsweise ist cyklisch und erfolgt nach allgemeinen tierischen Entwicklungsgesetzen, mit besonderen Modifikationen und in gewissen Analogien, namentlich mit den Cerkarien und Entozoen. 9. Bastarde produzieren in der Regel keine genuinen Samentierchen. — Als allgemeinen Schlußsatz kann man annehmen: Die Spermatozoen sind wesentliche Elemente des Samens und haben ein spezifisches Verhältnis zur zeugenden Art, sie sind insofern den Blutkörperchen vergleichbar, welche als wesentliche, typisch organisierte Bestandteile des Blutes in ihrer Blutflüssigkeit ebenso vorkommen, wie die Samentierchen in der Samenflüssigkeit. Ob es wirkliche Tierchen sind, läßt sich gegenwärtig nicht mit völliger Sicherheit sagen, da das Hauptkriterium, eine innere Organisation, ein Ernährungsapparat usw., zur Zeit noch nicht nachgewiesen ist; ihre selbständige Bewegung und Entwicklungsweise spricht für ihre Animalität. Die bisherigen Ansichten, daß die Spermatozoen nur Schmarotzertiere, zufällige Entozoen, begleitende Nebenwirkung der zeugenden Tätigkeit seien, sind unwahrscheinlich und kaum haltbar. Welche Hypothese, die der generatio aequivoca oder die der mütterlichen Zeugung — im Falle es wirklich Tiere sind — ihre Genesis leichter erklärt, ist zur Zeit zweifelhaft."

Die Zellenlehre.

Robert Brown entdeckte im Jahre 1831 den Zellkern bei Pflanzen. Er nannte ihn „Arcola" oder „Nucleus"; er beschreibt seine Form, nennt seine Masse granuliert und stellt es als wahrscheinlich hin, daß er von einer Membran umgeben ist. Brown erwähnt auch,

daß der Kern bereits von einigen anderen Autoren gesehen und abgebildet worden sei (Meyen, Purkinje, Brogniart, Bauer), nur hätten die betreffenden die Sache für unwichtig angesehen. Später teilte Meyen in seiner Pflanzenphysiologie einige genauere Beobachtungen über Beschaffenheit, Vorkommen und Zahl der Kerne und Pflanzenzellen mit und vermutet schließlich, daß er aus „kondensiertem Schleim und Pflanzenleim" bestehe; vielleicht sei er eine Art von „Reservenahrung".

Ein weiterer großer Fortschritt jener Zeit ist die Entdeckung der Zellteilung bei Pflanzen durch Dumortier im Jahre 1832. Drei Jahre später beschreibt Rudolf Wagner den Keimfleck in dem zuvor von Purkinje entdeckten Keimbläschen des Eies; hieran schließen sich vorzügliche mikroskopische Beobachtungen über die Genese der Spermatozoen. J. E. Purkinje sieht als erster „körnige Gebilde" (entsprechend den Zellen) als Aufbauelemente des tierischen und pflanzlichen Organismus.

Damals lag in der Botanik die Zellentheorie der Gewebe völlig ausgearbeitet vor und in Bezug auf die Zelle selbst hatte sich schon sehr viel Tatsachenmaterial angesammelt. Allerdings war die Kenntnis der Zelle noch unvollkommen, denn sie galt nach wie vor als „ein von einer Membran umschlossener Hohlraum", so zwar, daß die Membran selbst als Zelle angesehen wurde. In physiologischer Hinsicht indessen war das Urteil richtiger, denn man hielt die Zellen für selbständige Individuen.

Die Begründung der Zellentheorie auf tierischem Gebiet begann erst mit Schwann im Jahre 1839. Zwar hatte man schon vielfach hier und dort tierische Zellen beobachtet und diese in einer mehr äußerlichen Weise mit der Pflanzenzelle verglichen (Valentin, Purkinje), doch handelte es sich, im ganzen betrachtet, nur um vereinzelte Funde und Deutungsversuche, und nur ein einziger Forscher, Dutrochet (1824) war bereits vor Schwann zu der Ueberzeugung gekommen, daß auch dem tierischen Organismus die Zelle zugrunde liegen müsse.

1839 prägt Purkinje für den dickflüssigen Zellkörper die Bezeichnung „Protoplasma". Auch hatte er den charakteristischen Unterschied zwischen Tier- und Pflanzenzelle, welcher auf dem Vorhandensein einer nach außen hin sichtbaren Membran beruht, klar erkannt.

In einem Aufsatze Schleidens, an den sich Schwann in seinen Untersuchungen weitgehendst hält, wird die Zellenteilung, die bis dahin schon vielfach beobachtet war, nur als ein untergeordneter Modus der Zellentstehung behandelt. Danach soll in einer Mutterzelle eine „junge Brut" entstehen, wobei der Kern der Mutterzelle meistens zugrunde geht. Schleiden bezeichnet diesen Vorgang als „Cytogenesis". Immerhin hat er also den Kern schon in Zusammenhang mit der Entstehung der tierischen Zelle gebracht. Daß die Lehre von der Cytogenesis, die in sehr vielen Punkten irrte, die allgemeinen Resultate der Schwann'schen Untersuchungen nicht beeinträchtigte, hat seinen Grund darin, daß der Kern als ein wesent-

licher Faktor in der Entwicklungsgeschichte der Zelle angesehen wird. So fahndete Schwann in den Geweben nach den Kernen und nahm diese, wo er sie fand, sehr häufig als Beweis für die Gegenwart der Zellen, in ganz ähnlicher Weise, wie wir heute noch den Kern in einem histologischen Präparat als Symbol der Zelle annehmen. Schwann erkennt die Zelle als eine selbständige Kraft, die ein selbständiges Leben besitzt. Zwei Grundfehler hatte die Schwann'sche Lehre noch: 1. er stellte sich die Zelle noch als hohle Kapsel mit fremdartigen Inhalt vor; 2. war auch das Prinzip der Zellengenese mit großen Irrtümern behaftet.

Ueber die Zellentstehung herrschten also, wie aus dem eben Besprochenen schon hervorgeht und aus dem folgenden noch klarer werden soll, um das Jahr 1840 die geteiltesten Ansichten. Anfänglich nahm man mit Schwann eine freie Zellenbildung in einem Cytoblasteme an. Nach Vogt (1841—42) dagegen sollten alle Zellen, die in die bleibenden Gewebe übergehen, aus den Trümmern der embryonalen Furchungskugeln durch freie Zellenbildung neu entstehen. Virchow (1846) schließt von seinen Beobachtungen über pathologische Neubildungen (Krebs) auch auf die physiologische Zellentstehung, wenn er behauptet:

1. Alle Organisation geschieht durch Differenzierung von formlosem Stoff, Blastem.
2. Alles Blastem tritt primär flüssig aus den Gefäßen aus, Exsudat.
3. Alle Organisation hebt mit Zellenbildung an.

Bis zum Jahre 1855 (siehe unten!) hält Virchow noch an der freien Zellenbildung fest.

Der Embryologe Robert Remak lehnte im Jahre 1852 die bisher immer noch gültige Ansicht von Schleiden und Schwann, nach der die Zellen aus einer formlosen Substanz entstehen, rundweg ab und behauptete von neuem die Entstehung sämtlicher Zellen durch Teilung nach vorausgegangener Teilung der Kerne. Damit ist Remak der eigentliche Präger des Begriffes „omnis cellula e cellula", den allerdings erst Virchow (1855) in Worte gefaßt hat.

Wie auf das tierische Ei fiel durch den Bund der Zellentheorie mit der Entwicklungslehre jetzt auch Licht auf die Samenfäden. Die in früherer Zeit ohne Erfolg diskutierte Frage, ob die Samenfäden Bestandteile des Tieres oder parasitische Infusorien seien, wurde zugunsten der ersten Alternative gelöst durch den von Kölliker im Jahre 1841 erbrachten Nachweis, daß sie sich aus Hodenzellen entwickeln, nachdem schon im selben Jahr Lallemand gegen die Tiernatur der Samenfäden Stellung genommen hatte, indem er erklärte, sie würden im Hoden in derselben Weise bereitet wie die Eier in den Eierstöcken.

Spermatogenese.

Nach einigen Vorarbeiten von R. Wagner (1836), Valentin (1837), v. Siebold (1837), Peltier (1838), Hallmann (1840) und Lallemand (1841) erschien die erste anatomische Arbeit von

Köllik er (1841): „Untersuchungen über die Geschlechtsverhältnisse der wirbellosen Tiere und über die Bedeutung der Samenfäden" (mit der er übrigens in der Züricher philosophischen Fakultät doktorierte!) und im gleichen Jahr seine umfassende Arbeit: „Beiträge zur Kenntnis der Geschlechtsverhältnisse und der Samenflüssigkeit wirbelloser Tiere nebst einem Versuche über das Wesen und die Bedeutung der sogenannten Samentierchen". Von hier an datiert der Anfang einer genaueren Kenntnis der Spermatogenese und eine neue Epoche für die Spermatologie beginnt. Kölliker weist in der zuletzt aufgeführten Arbeit mit durchschlagendem Erfolge die beweglichen Elemente des Samens als Elementarteile des tierischen Organismus nach und beschreibt ihre Entwicklung ganz allgemein aus zelligen Elementen. Zugleich schlägt er den Namen „Samenfäden" statt Samentierchen vor; sie sollen sich (beim Meerschweinchen) aus freiliegenden Hodenzellen entwickeln, wobei sich der Kopf aus verschmolzenen Körnchen, die im Innern der Zelle lägen, bilden solle. Von einer Beteiligung des Kernes ist damals bei Kölliker noch nicht die Rede. Die Samenfäden wurden als umgewandelte Zellen oder Produkte von solchen angesehen und als dem Ei gleichwertige Gebilde betrachtet.

Erst 14 Jahre später beginnt mit Kölliker's dritter Abhandlung eine genauere Kenntnis der Spermatogenese, indem nunmehr die Samenfäden von Kölliker als reine Kernprodukte aufgefaßt werden. Schon vorher hatte er die mehrfache Schichtung geformter Zellen im Innern der Samenkanälchen erkannt. Henle beschrieb 1866 die verschiedenen Zellformen eingehender und ließ den Schwanz der Spermien aus dem Zellkörper hervorgehen, womit er dem wahren Sachverhalt näher kam als Kölliker, der ihn gleichfalls vom Kern ableitete. Letzterer schreibt dazu in seinen — leider etwas überheblichen — „Erinnerungen aus meinem Leben": „Die Entwicklung der Samenfäden aus den Samenzellen wurde in meinen ersten Arbeiten nicht richtig aufgefaßt und gelangte ich erst in der Abhandlung: Physiologische Studien über die Samenflüssigkeit, zu einer besseren Darstellung, indem ich den Satz aufstellte, daß die befruchtenden Samenelemente aller Tiere durch direkte Umwandlung, resp. Verlängerung der Kerne der Samenzellen sich bilden, welche ich dann in der fünften Auflage der Gewebelehre 1867 noch weiter im einzelnen so bestimmte, wie die Fig. ... dies zeigt, indem ich den verlängerten Kern in zwei Abschnitte sich sondern und aus dem vorderen den Körper, aus dem hinteren Teile das Mittelstück und den Faden hervorgehen ließ, eine Auffassung, welcher viele Forscher sich anschlossen, während andere der zuerst von La Valette, Schweigger-Seidel und Henle ausgesprochenen Ansicht, daß der Faden aus dem Protoplasma der Samenzelle hervorgehe, huldigten. Diese anfänglich nicht weniger als gut begründete Behauptung wurde in der neuesten Zeit durch eine Reihe sehr auffallender Beobachtungen von Bühler, Mewes, v. Lenhossék und Hermann gestützt, denen zufolge die in den Samenzellen vorkommenden Centrosomen bei der Entwicklung der Fäden eine Rolle spielen und scheint nun in eigentümlich modifizierter Weise sich als die rich-

tige zu ergeben. Sollte dem so sein, so würde meine Behauptung, daß die Samenfäden umgewandelte Kerne sind, insoweit zu modifizieren sein, daß neben dem Kerne der Samenbildungszellen nicht das ganze Protoplasma, sondern einzig und allein das unstreitig sehr wichtige Centrosom an der Bildung des Fadens sich beteiligt. Das würde jedoch nicht beweisen, daß nicht der Kern bei der Befruchtung die Hauptrolle spielt."

In der Folgezeit wird jahrzehntelang darüber gestritten, welche Zellen in den Hodenkanälchen die Spermien erzeugen. Sertoli's wichtige Arbeiten (ab 1865) sind hier in erster Linie zu nennen. Er entdeckte die vegetativen Hodenzellen, Nährzellen oder Fußzellen (Sertolische Zellen) und bezeichnete sie von vornherein als ein Element, welches mit der Spermienbildung direkt nichts zu tun hat. Die radiär zum Kanallumen vorwachsenden Zellen wurden von Sertoli „Cellule ramificati" genannt und Merkel, der sich in seiner Ansicht Sertoli anschloß, bezeichnete sie als „Stützzellen". Die andere aus freiliegenden rundlichen Zellen bestehende Art nannten sie „Cellule mobili" (Sertoli) bzw. „runde Hodenzellen" (Merkel), und diesen schrieben sie die Samenbildung zu. v. Ebner hat eine Zeit lang in seiner Arbeit (1871) die Bedeutung der Zellen gerade vertauscht, indem er den Sertoli'schen Zellen die Rolle der Spermienbildung zugeschrieben hat und sie deshalb auch als „Spermatoblasten" bezeichnet, worin er viele Anhänger fand. Andererseits rief er aber auch eine entschiedene Reaktion hervor, die soweit ging, daß Biondi die v. Ebnerschen Spermatoblasten, d. h. Sertolischen Zellen nicht als Zellen, sondern als Ueberreste sich umbildenden Zellprotoplasmas ansah. In einer späteren Arbeit (1888) berichtigte v. Ebner seinen Irrtum und erweiterte unsere Kenntnis von den Sertolischen Zellen noch.

v. La Valette St. George legte (1865—1878) in der Schilderung der Generationsfolge der Samenbildungszellen die Grundlage für die heutige Auffassung. Die allgemein angenommenen Namen „Spermatogonien" und „Spermatocyten" stammen von ihm, und den von Ph. Semper zum ersten Mal gebrauchten Namen „Spermatiden" fügte er in passender Weise ein.

Die Reihe lautet nach La Valette also:

Spermatogonien = Anfangszellen (heute: Ursamenzellen)
Spermaticyten = Produkte der ersten Teilung
Spermatiden = Endzellen (Produkte der letzten Teilung)
Spermatosomen = direkte Umformungsprodukte der Endzellen = Samenfäden.

In den folgenden Jahren wurde die genauere Morphologie des Samenfadens aufgedeckt. So fand Valentin (1863) die Querstreifung an den Köpfen, Schweigger-Seidel (1865) das von ihm so benannte Mittelstück, Eimer (1874) den „Axenfaden", dessen allgemeines Vorkommen und genaueres Verhalten durch den Schweden Retzius (1881) und besonders durch A. v. Brunn (1884) festgestellt wurde, welch letzterer ihm auch den Namen gab und ihn bei den meisten Wirbeltieren nachwies. Der Name „Hals" für das kurze

Stück des Achsenfadens, welches vom Verbindungsstück des Schwanzes zum Kopf zieht und sich an diesen anheftet, wurde zuerst von Th. Eimer (1874) gebraucht. Er war der Ansicht, daß hier der Achsenfaden nackt zutage liegt. Dann hat Ballowitz (1886) diesen Namen mit der Aenderung aufgenommen, daß er den betreffenden Achsenfadenteil als „Halsstück des Achsenfadens" oder kurzweg „Halsstück" bezeichnete. Czermak hatte schon 1849 die undulierende Membran bei den Urodelen entdeckt.

Physiologie der Zeugung
unter besonderer Berücksichtigung des Samens.

Remak stellt im Jahre 1851 ausdrücklich den Grundsatz auf, daß eine Zelle ausschließlich durch Kernteilung entstehen könne, und lehnt die extrazelluläre Entstehung ab. — Den „Nebenkern" oder Nebenkörper entdeckte La Valette St. George im Jahre 1867. Zunächst wurde er als eine Verdichtung des Protoplasmas angesehen, welche neben dem Kern in den Spermatiden auftrate, dann lassen ihn andere Forscher aus dem Kern hervorgehen wie E. van Beneden. Später wiesen v. La Valette sowie Platner nach, daß er aus den bei der Karyokinese auftretenden Spindelfasern sich bilde. Ueber die Bedeutung war man sich noch nicht klar. Waldeyer hat ihn 1887 als eine Art Polkörper gedeutet.

Die genaue Klärung des Befruchtungsvorganges erfolgte durch Oskar Hertwig. Er erbrachte 1875 am Echinodermenei den Nachweis, daß nur ein Samenfaden in das Ei eindringt. Sein Kopf, der nach den älteren Untersuchungen La Valettes vom Kern der Samenbildungszelle abstammt, liefert den Samenkern, und Ei- und Samenkern bilden miteinander den Keimkern. Dieser stellt dann die Grundlage für die weitere Entwicklung dar. O. Hertwig schreibt darüber selbst: „Somit haben sowohl die Ovisten als die Animalculisten in gewissem Sinne Recht behalten, die einen, wenn sie das neue Geschöpf vom Ei, die anderen, wenn sie es vom Samenfaden herleiteten. Nur ist jetzt die Vorstellung eines Geschöpfes en miniature durch den Begriff der Anlagesubstanz ersetzt worden. Durch den Nachweis, daß bei der Zeugung eine väterliche und eine mütterliche Substanz sich vereinigen, war jetzt in befriedigender Weise eine materielle Grundlage für die Tatsache gewonnen, daß das Kind ein Mischprodukt aus den Eigenschaften seiner beiden Erzeuger darstellt, und so eine Schwierigkeit beseitigt, deren Gewicht Haller, Bonnet und andere Evolutionisten wohl empfanden, aber auch durch Hilfshypothesen nicht zu beseitigen wußten". Weiter heißt es bei Hertwig: „Ferner wurde unsere Erkenntnis des Prozesses noch weiter vertieft: 1. durch die von E. van Beneden (1883) entdeckte Tatsache, daß Ei- und Samenkern genau äquivalente Mengen von färbbarer Kernsubstanz zur Konstituierung des Keimkerns liefern, und 2. durch den gleichfalls von ihm geführten Nachweis, daß bei der Teilung der Eizelle die beiden Tochterzellen infolge der Längsspaltung der im Keimkern enthaltenen Chromosomen väter-

licher und mütterlicher Herkunft gleich viel Kernsubstanz von beiden Eltern erhalten. Hierzu gesellte sich bald auch die Entdeckung der Reduktionsteilung, welche durch van Beneden, Boveri, Weißmann, O. Hertwig, vom Rath, Rückert, Haecker, Brauer u. a. aufgeklärt wurde".

1879 erfolgt die erste Gesamtdarstellung der Karyokinese durch Walter Flemming. Boveri (1887) zufolge fehlt der befruchtungsreifen Eizelle zumeist das Centrosom. Dieses soll ihr bei der Befruchtung durch das Spermium wieder zugeführt werden. Es müßte also der mit Dotter beladenen trägen Eizelle den Anreiz zur Furchung geben.

Auf der ersten Versammlung der anatomischen Gesellschaft zu Leipzig (14. und 15. April 1887) hält Waldeyer als erster Vorsitzender ein Referat über „Bau und Entwicklung der Samenfäden", und führt zum Befruchtungsvorgang folgendes aus: „Ungemein wichtig sind ferner für die allgemeine Entwicklungslehre die bei der Befruchtung des Eies statthabenden Vorgänge, für die eine ganz neue Zeit angebrochen ist, indem sich hat nachweisen lassen, daß ein Teil des Kernbläschens, der weibliche Vorkern, mit einem umgestalteten Samenfaden, dem männlichen Vorkern, sich vereint und so den ersten Kern des neuen Geschöpfes bildet. Da die Samenkörper, soweit sie bei der Bildung des männlichen Vorkernes in Betracht kommen, die Bedeutung von Kernen haben, so beruht somit die Befruchtung auf der Vereinigung (Konjugation) eines männlichen und weiblichen Zellenkernes, und sind nicht nur der erste Kern des neuen Geschöpfes, sondern alle seine Abkömmlinge hermaphroditischer Natur. Die Entdeckungen sind vor kurzem noch ergänzt worden durch Beobachtungen von Platner und Born. Ersterer zeigte bei Axion, daß, wie man zwar allgemein vermutet aber doch nicht mit Bestimmtheit gesehen hat, der Faden der Samenkörper bei der Bildung des ersten Embryonalkernes keine Rolle spielt, während Born durch seine Versuche über Bastardierung bei Anuren den schon gewonnenen Satz neu stützte, daß eine regelrechte Entwicklung nie eintritt, wenn mehr als ein Samenfaden in den Dotter gelangt". Weiter führt er aus: „Gestützt auf die gemachten Erfahrungen und die Nägeli'sche bahnbrechende Lehre vom Idioplasma (s. unten!) als der allein formbildenden Substanz, wurde dann von O. Hertwig, Straßburger und mir die Hypothese aufgestellt, daß die Zellenkerne die Hauptträger und Vermittler der Vererbung seien, eine Annahme, die, wenn auch schon von mehreren Forschern angedeutet, doch vor uns von niemand ausführlich und im einzelnen durchgeführt worden war".

Nägeli nannte die mütterliche und väterliche Erbmasse, die er als eine hochorganisierte Substanz von verwickelter micellarer Struktur betrachtete, „Idioplasma". Waldeyer führte für die Träger der Erbmasse im Kern die Bezeichnung „Chromosom" ein (1888). Mc. Clung entdeckte dann im Jahre 1906 die Geschlechtschromosomen.

Die Spermatozoen im weiblichen Körper.

Schon Leuwenhoek, später Prévost und Dumas (1824) und Bischoff (1845) fanden in den inneren weiblichen Geschlechtswegen von Hündinnen und Kaninchen noch acht Tage nach der Begattung sich bewegende Spermien.

Prévost und Dumas öffneten Weibchen von Hunden und Kaninchen 24 Stunden nach der Begattung. Die Samentierchen fanden sich in großer Zahl und in lebhafter Bewegung in den Hörnern der Gebärmutter. In der Scheide waren keine zu finden. Manchmal fanden Prévost und Dumas in der Kapsel um den Eierstock eine helle durchsichtige seröse Flüssigkeit, aber keine Tierchen.

Bischoff in Heidelberg berichtete Wagner folgende Beobachtung brieflich: „Ich habe mich nun ganz bestimmt überzeugt, daß der Samen nach der Begattung bis an den Eierstock gelangt. Nachdem ich schon mehreremale Samentierchen nach der Begattung in der Scheide, besonders zahlreich und nicht mehr lebendig in den Tuben von Hündinnen gefunden, war ich endlich so glücklich, bei einer zum erstenmal läufigen Hündin, die vorher in meinem Besitz war, und wie ich ganz bestimmt wußte, Donnerstag den 21. Juli 1838 abend 7 Uhr zum erstenmal und Freitag Mittag um 2 Uhr zum zweitenmale belegt worden war und die ich eine halbe Stunde darauf untersuchte, die lebenden und lebhaft sich bewegenden Samentierchen in der Scheide, im Uterus, in den ganzen Tuben und zwischen deren Fimbrien, endlich auch in der Tasche, welche das Peritoneum um den Eierstock bildet, und auf diesem selbst zu finden".

Einige Jahre später wiederholte er die Versuche und zieht folgende Schlüsse: „1. der Samen dringt bei Hunden schon gleich bei der ersten Begattung durch den Muttermund in den Uterus bis hinauf in die äußersten Spitzen seiner Hörner. 2. Der Samen dringt in den darauf folgenden Stunden auch in den Eileiter ein und kann bis auf den Eierstock gelangen. 3. Der Samen gelangt jedenfalls mit den Eiern in eine materielle Berührung und die Befruchtung wird vermittelt durch eine materielle Wechselwirkung zwischen Samen und Ei. 4. Die Befruchtung erfolgt keinesfalls im Moment der Begattung, sondern erst später".

Wagner findet (1838) „die Samentierchen im Schleim des Uterus und der Tuben bei Säugetieren noch tagelang beweglich, während sie außerhalb viel früher absterben".

Im Jahre 1837 hat C. Th. v. Siebold beschrieben, daß sich in der Samentasche der besamten Bienenkönigin die Spermien bis zu 4—5 Jahren beweglich und befruchtungsfähig erhalten. Nach Barfurth (1895) blieben die Spermien im Eileiter der Hühner mindestens 24 Tage bewegungs- und befruchtungsfähig. Bonnet (1961) sah noch 17½ Tage nach der Begattung auf der Oberfläche einer von ihm untersuchten Hundekeimblase wohl erhaltene Spermien. — So machen viele Autoren die verschiedensten, teilweise phantastisch anmutenden Angaben über die bei Operationen oder Obduktionen noch lebend vorgefundenen Spermien.

Im Jahre 1927 konnte Whitney 20 Minuten nach der Belegung einer Hündin in deren bursa ovarica lebende Spermien nachweisen. Hartmann und Bell zeigten an Ratten, daß die Spermatozoen in weniger als 2 Minuten in die Spitze der beiden Uterushörner gelangen. Sie schließen daraus, daß der Transport der Spermien im Uterus der Ratten letzten Endes nicht eine Angelegenheit von Stunden oder Minuten, sondern von Sekunden sei („the transport of sperms at least in the uterus of the rat, is a matter not of hours or of minutes, but of seconds").

Als Grund für die schnelle Vorwärtsbewegung der Spermien nimmt Belonoschkin (1939) eine aktive Saugetätigkeit des Uterus an: durch sie gelangen die Spermien — wahrscheinlich noch sub coitu — in den Cervikalkanal. Belonoschkin hält es für unmöglich, daß die Spermien allein durch Eigenbewegung die lange Wegstrecke von der Vagine in den Uterus in den erstaunlich kurzen Zeitabschnitten, die häufig beobachtet wurden, zurückgelegt haben.

Aehnliche Beobachtungen konnten auch schon ältere Autoren anstellen, wie folgende Sätze Bischoffs (1842) zeigen sollen: „Die Möglichkeit des Durchganges des Samens durch den Muttermund, den Uterus und die engen Tuben, welche früher vielen Anstoß gegeben, ist somit einerseits durch die Wirklichkeit dargetan; andererseits können aber, wie ich glaube, die Mittel eines solchen Durchganges auch noch anderweitig nachgewiesen und wahrscheinlich gemacht werden. Ich finde bei verschiedenen älteren und neueren Schriftstellern Angaben, welche auf das Bestimmteste darauf hindeuten, daß bei einer fruchtbaren Begattung der Penis den Muttermund berührt, und dieser sich zu öffnen und durch eine saugende Wirkung den Samen aufzunehmen scheint".

Belonoschkin nennt das alkalische Cervixsekret, das die Spermien anzieht, ein wahres „Refugium" für diese. Weiter lehnt er die Funktion des hinteren Scheidengewölbes als „Receptaculum seminis" — als welches es dem jungen Mediziner in den Anatomielehrbüchern bezeichnet wird — ab mit der Begründung, daß für die Spermien ein längeres Verweilen dort nicht ratsam sei wegen der Schädigung, die sie durch das saure Vaginalsekret erleiden. Wieder kommt Belonoschkin auf den Orgasmus zu sprechen, dessen Mitwirkung auf die Bewegung der Spermien er folgendermaßen beschreibt: „Beim Fehlen des Orgasmus oder bei sonstigen pathologischen Vorgängen sind die Spermien gezwungen, aktiv hinaufzuwandern und sind dann den Einflüssen des Vaginalsekrets ausgesetzt. Die Ursache der psychogen bedingten Sterilität beruht ja wahrscheinlich darauf, daß die Spermien nicht mehr in befruchtungsfähigem Zustand das Ei erreichen können. Sie werden entweder schon primär durch das Vaginalsekret geschädigt oder sie verbrauchen beim aktiven Hinaufwandern in den Uterus und die Tuben ihre Energien und sind dann an Ort und Stelle nicht mehr leistungsfähig".

Es ist erstaunlich, welch genaue Vorstellung Freiherr von Gleichen (1738) schon über die Azoospermie hat, wenn er schreibt: „Ob aber in einem venerischen Samen, welches zwar Herr Ledermüller und andere bejahen, Samentierchen wohnen, ist mir nicht bekannt; hingegen weiß ich aus zwoen Beobachtungen, deren umständliche Erzählung der Leser nicht von mir erwarten wird, so viel gewiß, daß in dem Samen zweier alten, etlich und sechzigjähriger Ehemänner, kein einziges Samentierchen gesehen worden ist; ob ich schon deswegen nicht glaube, daß nicht noch ältere Männer dergleichen Tiere haben könnten. Gleichwohl getraue ich mir zu behaupten, daß derjenige Mann, dessen Same sich in den Umständen beider erstgedachten Alten befindet, keine Nachkommen aus seinen Lenden zu hoffen habe. Welche Vermutung auch die Beobachtung des Herrn Andry, der in den Samen unvermögender Männer kein einziges Samentierchen angetroffen hat, bestätigt. Aber daß nicht das ganze männliche Geschlecht vom Menschen bis zur Milbe, solange fruchtbar ist, diese Tierchen habe, und haben müßte, wird niemand leugnen, der mit ihnen und den analogen Gesetzen der Natur vertraut ist.

Das Mikroskop könnte also bei unfruchtbaren Ehen, den Streit der Unfruchtbarkeit zwischen Mann und Frau, zumalen wenn letztere zuvor in einer normalen Ehe gelebt hat, bald entscheiden und manches Ehegeheimnis entdecken. Anderer Familien Fortpflanzungsvorteile, nicht zu gedenken".

Dimorphe Spermienformen wurden zum erstenmal 1836 von v. Siebold beschrieben, merkwürdige sehr große Riesenspermien wurden von La Valette St. George 1885 zuerst gesehen und von ihm Riesenspermatosomen genannt. Diese Formen sowie die Doppel- und Bündelspermien kann man nicht eigentlich zu den pathologischen Formen rechnen, man muß sie eher zu den „Varianten der Spermien" zählen. Der Schwede Retzius weist im Jahre 1881 zum erstenmal auf sogenannte atypische Spermatozoen beim Menschen hin und deutet damit die pathologische Morphologie des Spermas an. Unter pathologischen Verhältnissen kommen vor: Azoospermie; Aspermatismus; doppelköpfige sowie doppelschwänzige Spermien; verkrüppelte Spermien mit mangelhaft ausgebildeten oder leicht abbrechenden Köpfen.

Bei der Erörterung der Frage, ob pathologische Eigenschaften sich vererben können (1887), kommt v. Kölliker auf die pathologischen Spermaformen zu sprechen und erklärt die normale Entwicklung als von einer bestimmten typischen Beschaffenheit der Befruchtungskörper abhängig. Größere Abweichungen vom normalen Bau der männlichen oder weiblichen Vorkerne könnten zu Mißbildungen der verschiedensten Art Anlaß geben, die sich dann vererben könnten. „Welcher Art die abnormen Befruchtungskörper sind, die pathologische Zustände erzeugen", sagt Kölliker dann wörtlich, „wissen wir nicht", erwähnt aber in diesem Zusammenhang die der Zahl und Größe nach wechselnde Beschaffenheit der Nucleoli in den Keimbläschen, die verschiedene Größe der Körper der von La Valette

St. George untersuchten Samenfäden von Amphibien und die mangelhafte Ausbildung der Samenfäden des Menschen. Außerdem nennt er noch doppelte Körper mit einem Faden sowie einfache Körper mit zwei oder drei Fäden.

Zusammenfassend stellt Kölliker fest: „Bei dieser meiner Auffassung würden somit alle erblichen Mißbildungen und Störungen durch pathologische Zustände der Befruchtungskörper zu erklären sein, die sich vererben. Dagegen scheint mir kein Grund vorhanden zu sein, eine Vererbung von Aenderungen anzunehmen, die durch äußere Einwirkungen entstanden sind und die Befruchtungskörper unberührt lassen".

In neuer Zeit untersuchten zwei amerikanische Tierärzte, Williams und Savage (1925), morphologisch das Sperma von Stieren, um daraus auf deren Fertilität zu schließen. Sie glaubten gefunden zu haben, daß kein Stier, der mehr als 18% abnorme Spermien ejakulierte, von normaler Fruchtbarkeit war. Diese Untersuchungen regten den Amerikaner Moench an, in Zusammenarbeit mit den Tierärzten deren Methode auch beim menschlichen Sperma anzuwenden. Seine Ergebnisse veröffentlichte er 1931 unter dem Titel „Studien zur Fertilität". Hierin glaubt er an Hand von 141 untersuchten Fällen nachzuweisen, daß ein Mann mit über 20% abnormer Spermienköpfe steril sei. Heute gelten jedoch günstigere Werte. Man nimmt an, daß zur vollen Fruchtbarkeit 80% normale Spermien nötig sind; bei 65% ist die Fruchtbarkeit fraglich; bei Werten von 55% und darunter ist Sterilität wahrscheinlich.

Die Samenflüssigkeit.

Während man bis zur Aufstellung der Zellenlehre und noch einige Zeit danach keine genaue Vorstellung über die Natur der Samenflüssigkeit hatte und diese häufig für das befruchtende Prinzip hielt — so betrachtet es noch Bischoff (1842) für wahrscheinlich, daß „die Zumischung der eiweißreichen Samenflüssigkeit zum fettigen Dotter die Einleitung zur Zellenbildung wäre" —, änderte sich dies in der zweiten Hällte des 19. Jahrhunderts. Da die Spermien ja bei den Wirbeltieren nicht völlig isoliert, sondern gemischt mit den Absonderungen verschiedener Drüsen vorkommen, ging man daran, diese Absonderungen chemisch und morphologisch zu untersuchen.

Die ersten Bestimmungen von Vauquelin und Kölliker haben ergeben, daß das Ejakulat 90% Wasser und 10% feste Bestandteile, unter diesen 6% verbrennliche und 4% Asche enthält. Man erkannte, daß der ejakulierte Samen ein Gemisch verschiedener drüsiger Produkte ist und zwar des Hodens, des Nebenhodens, der Samenblase, der Prostata, der Cowperschen Drüsen und der Urethraldrüsen (Littreschen Drüsen).

Waldeyer (1906) gibt als morphologische Bestandteile des Samens an: Die Spermien, sehr beständig runde Zellen mit Kernen und kleineren rundlichen Einschlüssen, und ähnliche Elemente ohne Kerne, die als Hodenzellen bezeichnet werden; Lymphozyten; cylin-

drische Zellen mit und ohne Pigmentkörnchen; hyaline kugelige Körper; Lecithinkörper aus der Prostata stammend; mitunter Amyloidkörper derselben Herkunft; Sympexionkörper aus den Samenblasen; Spermakristalle verschiedener Form; und endlich eine Menge kleiner Granula verschiedener Art: Fettkügelchen, Eiweißgranula, freie Pigmentkörnchen u. a.

Das Ejakulat reagiert schwach alkalisch. Der charakteristische Spermageruch, den man mit dem beim Brühen grüner Bohnen auftretenden Geruch verglichen hat, haftet nach Fürbringer (1895) am Spermin, welches vom Prostatasekret stammt, während Hoden-, Nebenhoden- und Samenblasensekret sowie das Sekret der Cowperschen Drüsen geruchlos sind. Die Reaktion des Prostatasekrets ist eine schwach saure.

Die Spermakristalle wurden von Böttcher (1865) wieder entdeckt und auch nach ihm benannt, nachdem sie schon rund 180 Jahre früher Leuwenhoek gesehen hatte. Sie treten erst bei Abkühlung und bei beginnender Eintrocknung im Samen auf. Schreiner wies (1878) nach, daß diese Kristalle das phosphorsaure Salz der von ihm entdeckten Base, das Spermin darstellen.

v. Mihalkowics (1885) stellte fest, daß in den Tubulis contortis des Hodens neben den Spermien noch eine zähe eiweißartige Flüssigkeit in geringer Menge, die wohl zur Erleichterung der Spermienbewegung dient, erzeugt wird. Er hat die Vermutung geäußert, daß die Nebenhodenkanälchen unter anderem einen sekretorischen Apparat darstellen.

In den letzten Jahren vor der Jahrhundertwende wird auch die Chemie der Spermien im großen und ganzen durch Fr. Miescher und A. Kossel und dessen Schüler erforscht.

Nach den neuesten Feststellungen von Stemmer soll der frische Samenerguß keine einheitliche homogene Flüssigkeit darstellen, sondern aus einzelnen Schollen eines Gels sich zusammensetzen. Erst im Ablauf einiger Zeit (10—20 Minuten) wird das zähe Gel zum dünnflüssigeren Sol und die Flüssigkeit homogen. Stemmer nimmt an, daß diese Gelbildung den Zweck hat, den Verbleib des Samens in der Scheide zu gewährleisten. Bei zu dünnflüssigem Samen kommt es zu Samenabfluß nach dem Verkehr. Der Samenabfluß wäre also in der Mehrzahl der Fälle nicht durch die Frau verursacht, sondern durch den Mann selbst bedingt.

Fortbewegungs-, Lebens- und Befruchtungsfähigkeit der Spermien sowie ihr Verhalten gegen äußere Einflüsse.

Interessante Angaben über die Widerstandsfähigkeit der Spermien gegen Reagentien, Hitze und Kälte bringen bereits Spallanzani, Newport, Prévost, Dumas u. a. Bei Spallanzani's Versuchen blieb der Same von Fröschen, Kröten usw. noch 6—8 Stunden nach dem Tode wirksam. Verdünnung mit Wasser, Galle, Speichel, Urin und Essig in geringer Menge vertilgten die befruchtende Kraft nicht. Rusconi befruchtete die Eier mit Samen aus

dem Hoden von Fröschen, die abgehäutet und zum Essen präpariert auf den Markt gebracht wurden. Jacobi befruchtete mit dem Samen eines seit 4 Tagen toten Karpfens. Die Temperatur hat Einfluß: bei kühler Witterung hält sich die befruchtende Kraft länger. Die Eier von Fröschen entwickelten sich auch gut, wenn Spallanzani „3 Gran Samen in 18 Unzen Wasser löste" und damit Versuche machte (1 granum = 0,0625 g, 1 Unze = 30 g). Die Verdünnung, die 0,19 g Samenflüssigkeit durch 540 g Wasser erfuhr, war also ganz beträchtlich. In diesem Zusammenhang sind auch Wagners Feststellungen aus dem Jahre 1838 erwähnenswert, wo er sagt: „Das quantitative Verhältnis des Samens hat einen geringen Einfluß auf dessen befruchtende Kraft, da eine sehr geringe Menge hinreicht, bei niederen Tieren eine große Anzahl Eier zu befruchten und beim Menschen und den Säugetieren eine überschüssige Menge produziert wird. Samentierchen muß der Same, der befruchten soll, immer enthalten, und enthält deren auch im kleinsten Minimum, in einem mit bloßem Auge kaum sichtbaren Tröpfchen, daher die zum Teil berühmten Versuche, wonach auch der künstlich von Samentierchen befreite Same befruchtet haben soll, auf einem Irrtum beruhen müssen; es gibt kein Mittel, die Samentierchen von der Samenflüssigkeit zu trennen".

Ueber die Beweglichkeit der Samenfäden in Samenflüssigkeiten von verschiedener Viskosität gibt Wagner an, daß in einem Tropfen dickeren Samens aus dem vas deferens selbst im lebenskräftigsten Samen nur eine träge Bewegung in den geschwänzt massenförmigen Anhäufungen der Spermatozoen stattfindet: „Es hat den Anschein, also ob sie sich mühsam in der zähen Flüssigkeit auseinander wirren wollten". Er stellt fest, daß bei künstlicher Verdünnung die Bewegungen lebhafter werden, diese jedoch „in dem durch Schleim, Saft der Prostata usw. natürlich verdünnten Samen, den man bei Tieren, die sich eben begattet haben, nach der Ejakulation auffangen kann, noch rascher und kräftiger zu sein scheinen".

Waldeyer (1906) nimmt an, daß die Befruchtungsfähigkeit so lange besteht, als die Bewegungsfähigkeit ungeschwächt erhalten bleibt. Auch Belonoschkin (1939) betrachtet im allgemeinen die Bewegungsfähigkeit als Ausdruck der Befruchtungsfähigkeit. Die letztere erlischt aber, bevor die Bewegungsfähigkeit aufhört. Damit verliert die Beobachtung älterer Autoren (s. oben!), wonach noch tage- und wochenlang lebende Spermien im Uterus toter Tiere vorkommen, etwas an praktischer Bedeutung. Alkalität und Wärme steigern die Aktivität der Spermien und verkürzen damit die Lebensdauer, Acidität und Kälte hemmen die Beweglichkeit und verlängern die Lebensdauer. Dem Scrotum kommt daher die Rolle eines Kühlapparates zu. Nach Belonoschkin bewegen sich Spermien bei Körpertemperatur kaum über 48 Stunden.

Die Kraft und Geschwindigkeit der Spermienbewegung hat schon Henle untersucht, nach seinen Angaben legen die Samenfäden in 7½ Minuten etwa 1 Zoll = 27 mm zurück; das ist das rund 550fache ihrer Länge. Ein Mensch von ca. 175 cm Größe müßte, um dieselbe

Geschwindigkeit relativ zu seiner Körperlänge zu erreichen, in einer Stunde 7,5 km zurücklegen.

W. Krause (1876) gibt folgende Größe für die menschlichen Spermien an: Länge ca. 0,06 mm, Breite 0,002 bis 0,003 mm, Dicke 0,001—0,002 mm. Lode (1895) hat die Zahl der Spermien beim Menschen durch ein ähnliches Zählverfahren, wie man es für die Blutkörperchenzählung anwendet, ermittelt und kommt auf die Zahl von 60 876 je mm^3 Ejakulat. Auf das Gesamtejakulat umgerechnet gibt dies 200 Millionen Spermien; Lode berechnet, daß der Mann während seiner zeugungsfähigen Jahre rund 340 Billionen Spermien erzeugt. Er schließt daraus, daß durch den ungeheuren Ueberschuß an Spermien im Vergleich zu der geringen Menge der von der Frau erzeugten Eier eine Sicherung der Befruchtung gegeben sei.

Zur Frage der Bastarderzeugung mag Wagner (1838) zitiert sein, der vor über hundert Jahren schon im wesentlichen die in diesem Punkte noch heute gültigen Ansichten vertritt: „Es ist eine feststehende naturgeschichtliche Tatsache, daß nur Tiere einer Art (Species) freiwillig eine Vermischung eingehen und wieder fruchtbare Junge erzeugen. Nur unter künstlichem Einfluß, unter Zutat des Menschen höchst selten im freien Naturzustand, begatten sich Tiere verschiedener Arten und nur bei generisch zusammengehörigen Tieren ist die Begattung von Erfolg; die dadurch erzeugten Bastarde sind meist unfruchtbar oder erzeugen höchstens mit den Stammtieren noch eine Generation. Schon Hebenstreit, Bonnet und Gleichen geben an, daß sie bei Maultierhengsten keine Samentierchen gefunden haben; Prévost und Dumas, deren Beobachtungen den Charakter der größten Wahrheit und Zuverlässigkeit tragen, fanden bei einem geilen Maultiere im ganzen Verlauf der Zeugungsorgane keine Spur von Samentierchen; der Inhalt des Hodens und der vasa deferentia bestand aus blassen Kügelchen (der Abbildung nach offenbar aus Epithelialzellen); beim Pferd und Esel waren stets Samentierchen vorhanden".

Wagner schreibt weiter: „Ich habe eine ziemliche Anzahl solcher Bastarde (Vogelbastarde) zum Behuf der oben dargestellten Untersuchungen geopfert; die vasa deferentia waren immer leer; im Hoden war die Produktion verschieden: entweder kam es zu gar keiner Samentierbildung oder zu einer unvollkommenen; ich vermute aber, daß wirklich fortpflanzungsfähige Bastarde auch echte Samentierchen produzieren".

Neuerdings macht Belonoschkin (1939) auf die Gefahr der einseitigen Bewertung des morphologischen Spermienbildes aufmerksam und fordert in jedem Falle die Berücksichtigung des „physiologischen Spermabildes", worunter er nicht nur die Feststellung der Beweglichkeit und ihrer Intensität, sondern auch das Verhalten des frischen Spermas außerhalb des männlichen und innerhalb des weiblichen Genitales versteht. Während lange Abstinenz, Erschöpfung, chronische Krankheiten, Vergiftungen und angeborene Krankheiten das mophologische Spermabild merklich verändern, wobei beim Hammel eine monatelange Abstinenz zum Auftreten von 972 abnor-

men Spermienformen auf 1000 führen kann, ist der Fertilitätsgrad des Spermas noch von anderen Faktoren, die Belonoschkin in den Begriff „physiologisches Spermienbild" mit einordnet, abhängig, so z. B.: Reifegrad der Spermien als Ausdruck genügender oder ungenügender Verweildauer im Nebenhoden, woraus deren Lebensdauer, Bewegungsintensität und Resistenzfähigkeit resultieren. Auch Stemmer hat eine physiologische Auswertung des Spermienbildes angegeben; er entnimmt zu diesem Zwecke Sperma sowohl aus der Cervix als auch aus der Scheide. Wenn 1—2 Stunden nach dem Verkehr die Spermien in der Scheide abgestorben sind, während sie im Gebärmutterhals noch gut beweglich vorgefunden werden, so bedeutet das erfahrungsgemäß eine verringerte Widerstandskraft der Spermien, also eine verringerte Fruchtbarkeit des Mannes. Ueber die Dauer der Lebensfähigkeit der Spermien in der Scheide sind Stemmer und Belonoschkin verschiedener Meinung. Nach den Erfahrungen des Ersteren hält sich der Samen reichlich 2 Stunden in der Scheide beweglich. In zwei Fällen waren noch nach 5 Stunden massenhaft bewegliche Samenfäden vorhanden. Dagegen gibt Belonoschkin die Lebensdauer des Samens in der Scheide mit nur 45 Minuten an. Nach Ségre und Valle soll bei wiederholten Ejakulationen die Samenfädenzahl pro 1 ccm Ejakulat des Mannes von 100 000—500 000 gelegentlich bis auf 0 zurückgehen, wobei atypische unvollkommene Samenzellen auftreten, eine Folge der kurzen Verweildauer der Spermien im Nebenhoden infolge der abnormal gesteigerten Spermiennachfrage.

Die neueste Zeit.

Die Literatur, die sich in neuester Zeit über den Samen angesammelt hat, ist derart umfassend, daß ihre genaue Besprechung bei weitem den Rahmen dieser Arbeit übersteigen würde. So will ich mich darauf beschränken, einige interessante Arbeiten zu erwähnen, die zugleich auch ein Bild davon geben mögen, von wie verschiedenen Seiten aus die Probleme behandelt werden.

Schon vor dem ersten Weltkrieg wurden Versuche mit parenteraler Spermazufuhr bei Tieren von Metschnikoff (1900), Landsteiner (1902), Dunbar (1900) u. a. durchgeführt. Sie bewiesen, daß das Sperma in diesem Falle im Tierkörper als Antigen wirkt.

Savini (1911) und Venema (1916) fanden unabhängig voneinander, daß wiederholte subkutane oder intraperitoneale Injektionen von Hodenextrakt zu einer vorübergehenden Sterilisierung des weiblichen Organismus führen kann. Dittler (1920) kam, ebenfalls unabhängig, zu denselben Ergebnissen.

Im Jahre 1913 wurden von Waldstein und Eckler exakte Tierversuche vorgenommen und dabei im Blute der belegten Tiere vermittelst der Abderhalden'schen Dialysierungsmethodik Fermente nachgewiesen, die auf Hoden artspezifisch reagieren. Daraus wurde geschlossen, daß aus dem Ejakulat Stoffe (wahrscheinlich Spermien mit Hilfe der Leukozyten) resorbiert werden. Die beiden Forscher

schreiben dazu: „Wir glauben den Beweis erbracht zu haben, daß durch den Begattungsakt eine materielle Beeinflussung des weiblichen Individuums stattfindet, daß Substanzen, welche bis dahin dem femininen Organismus fehlten, von diesem resorbiert werden. Diese resorbierten Substanzen erzeugen Körper, Fermente, welche gleichfalls für den weiblichen Organismus etwas Neues bedeuten. — Vorausgesetzt, daß wir am Tier gewonnene Beobachtungen auch auf das menschliche Weib übertragen dürfen, gibt die substanzielle Aenderung, welche der weibliche Organismus durch den sexuellen Verkehr erfährt, Anhaltspunkte zum Verständnis vieler Erscheinungen im Leben des Weibes, welche bisher nur mit Zuhilfenahme psychischer Vorgänge notdürftig gedeutet wurden."

Auf derselben Ebene bewegt sich A. Mayer (1916), wenn er den auffälligen Rückgang der Eklampsie an der Tübinger Frauenklinik während des ersten Weltkrieges zu erklären sucht und dabei schreibt „Demnach scheint es mir nicht ausgeschlossen, daß das Seltenerwerden der Eklampsie im Kriege, wenn es sich nicht als Zufall herausstellt, mit dem Wegfall gehäufter Spermaimprägnation zusammenhängt."

Auf diesen Versuchen und den bisher gesammelten Erfahrungen aufbauend, prägt E. Vogt (1922) den Begriff der sogen. „Spermaimmunität". Nach ihm sollen die in das Blut aufgenommenen Sperma-Eiweißstoffe eine spezifische biologische Reaktion auslösen, d. h. der Organismus erzeugt Schutz- oder Abbaustoffe in dem Bestreben, die fremden Bestandteile auszuschalten oder wenigstens unwirksam zu machen. Es werden im Blut spermatoxische Stoffe gebildet, durch die der weibliche Organismus vorübergehend sterilisiert wird. — Vogt schreibt u. a. dazu: „Nach dem gleichlautenden Ergebnis der Experimente verschiedener Autoren unterliegt es keinem Zweifel mehr, daß man beim Tiere wenigstens den weiblichen Organismus auf immunisatorischem Wege sterilisieren kann. Es handelt sich dabei um biologische Vorgänge und damit um eine ganz neue Methode der künstlichen Unfruchtbarmachung des weiblichen Organismus auf humoralem Wege. Es muß als ein großer Vorzug der Methode betrachtet werden, daß diese Art von Sterilisierung keine Schädigung der Geschlechtsorgane oder des ganzen Körpers irgendwie bedeutet." — Mit Vorbehalt überträgt Vogt diese Ergebnisse auf den Menschen und glaubt so manche Formen von unklarer Sterilität erklären zu können. Zur Erhärtung dieser Hypothese führt er die Beobachtung an, daß die allererste Kohabitation sehr häufig sofort zu einer Befruchtung führt; auch die Frage der sogen. „Kriegsschwangerschaften" im ersten Weltkrieg, bei der nach langer Abstinentia sexualis eine Kohabitation auffallend oft zur Konzeption führt, glaubt er wenigstens teilweise mit dem Begriff „Spermaimmunität" in Zusammenhang bringen zu können. Einen Teil der professionellen Sterilität der Prostituierten führt er ebenfalls auf diese immuno-serologischen Vorgänge zurück. — Diesen „bionegativen Einfluß des Spermas" (wie Vogt es nennt) auf den weiblichen Organismus, der scheinbar im Widerspruch zu den biopositiven Auswirkungen steht, die schon allgemein bekannt sind —, wie z. B. Wachstumsreiz auf hypoplasti-

che Genitalien, Beseitigung der Chlorose, sowie psychische und physische Umstimmung der Frau in der Ehe —, hält Vogt für durchaus möglich und denkbar.

In einem Aufsatz über „Nervös bedingte Unfruchtbarkeit" betont Stieve, daß dem Einfluß des Nervensystems auf die Keimdrüsentätigkeit viel zu wenig Beachtung geschenkt werde. Durch Untersuchungen hat er festgestellt, daß psychische Erregung, besonders intensive Angst, sich nachteilig auf die Samenbildung auswirken, und daß bei Verbrechern, die zum Tode verurteilt waren, die Spermiogenese oft genug mehr oder weniger vollständig aufhörte. Nach der Hinrichtung beobachtete er in den Hodenkanälen der Verbrecher ein vollständiges Fehlen der Zellteilungen. Die Hoden waren sehr klein und die Kanälchen, die normalerweise einen Durchmesser von 0,25 bis 0,3 mm haben, waren auffallend eng mit einer Lichtung von 0,15—0,22 mm.

Stemmeer (1940) untersucht die Wirkung des Samens auf den weiblichen Organismus und wirft die Frage auf, ob alle im Ueberreichtum erzeugten Samenfäden (100 Millionen und mehr je cm^3) nur einen verschwenderischen Aufwand der Natur darstellen und ob ihm „nur die generative Aufgabe gestellt ist oder ob ihm darüber hinaus noch vegetative Leistungen im Organismus der Frau zukommen". Er kommt zu der Ueberzeugung, daß die Folgen der durch den Coitus „gesetzten Anregung der Schilddrüse und des HVL von den Auswirkungen des aufgenommenen Samens wieder abgeglichen werden".

In seiner Zusammenfassung kommt er zu folgenden Ergebnissen: „1) Die in die Gebärmutterhöhle eingedrungenen Spermien werden dort abgebaut. Sie bewirken die endometritis post coitum. Diese ist eine Teilursache der Nachreifung einer hypoplastischen Gebärmutter in der Ehe 2) Aus den männlichen Keimdrüsen stammende Stoffe vom biologischen Charakter des Männerhormons werden aus dem Samensee im hinteren Scheidengewölbe resorbiert. Sie führen zu fördernden Allgemeinwirkungen im Körper der Frau. 3) Der Geschlechtsverkehr bewirkt auf dem Nervenweg die Ausschüttung von Schilddrüsenhormon. Dessen Auswirkungen werden von den gleichzeitig zugeführten männlichen Wirkstoffen ausgeglichen. Die klinischen und serologischen Folgen eines länger fortgesetzten Verkehrs mit Verhinderung von Samenzutritt werden aus diesen Zusammenhängen erklärt".

Herrn Dr. med. habil. W. Stemmer spreche ich für die liebenswürdige Ueberlassung des Themas und Herrn Dr. med. habil. Stübler für die tatkräftige Unterstützung meinen ergebensten Dank aus.

Schrifttum.

Belonoschkin, B., Biologie und Klinik der Spermatozoen. Arch. f. Gynäkologie 169 Bd. 1939.

Bischoff, W., Entwicklungsgeschichte der Säugethiere und des Menschen. Leipzig 1842.

Dittler, R., Die Sterilisierung des weibl. Organismus durch parenterale Spermazufuhr. Münchn. mediz. Wochenschr., 1920.

Frhr. v. Gleichen gen. Rußworm, Wilhelm Friedrich, Abhandlung über die Saamen- und Infusionsthierchen ... Nürnberg 1778.

Heidenhain M., Plasma und Zelle im Handbuch der Anatomie von Bardeleben, 1907.

Hertwig, O., Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen und der Wirbeltiere. 8. Auflage, Jena 1906.

Hertwig, Oskar, Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen und der Wirbeltiere. 10. Aufl., Jena 1915.

Hertwig, Oskar, Handbuch der vergleichenden und experimentellen Entwicklungslehre der Wirbeltiere. 1. Bd. Jena 1906.

Koelliker, A., Begrüßungsvortrag auf der ersten Sitzung der Anatomischen Gesellschaft zu Leipzig am 14. April 1887. Anatomischer Anzeiger 2. Jg. 1887.

Koelliker, A., Erinnerungen aus meinem Leben. Leipzig 1899.

Mayer, A., Ueber die Beziehungen des Krieges zur Eklampsie. Zentralblatt f. Gynäkologie, 1916.

Müller-Thormann, Klaus, Zur Morphologie des menschlichen Spermas. Diss. Berlin 1936.

Neuburger-Pagel, Handbuch der Geschichte der Medizin. Bd. 2.

Retzius, Biologische Untersuchungen, Stockholm 1881.

Spallanzani's Versuche über die Erzeugung der Thiere und Pflanzen, übersetzt von Michaelis, Leipzig 1786.

Stemmer, W., Ueber vegetative Wirkungen des Sperma im weiblichen Organismus. Zbl. f. Gynäkologie, Nr. 36, Leipzig 1940.

Stemmer, W., Die Untersuchung des Samens und ihre Auswertung. Hippokrates 1944, Hft. 11/12, Stuttgart 1944.

Stemmer, W., In welcher Weise hat der Coitus a posteriori („Coitus à la vache") Einfluß auf die Sterilität? Die Medizin. Welt, Jahrg. XVII, Nr. 44/45, Berlin 1943.

Stemmer, W., Die Untersuchung des Samens nebst einigen Gesichtspunkten zur unfruchtbaren Ehe. Die Medizin. Welt, 14. Jahrg., Nr. 14, Berlin 1940.

Stieve, H., Nervös bedingte Unfruchtbarkeit. Deutsches Aerzteblatt, Heft 1, 1944.

Treviranus, Ztschr. f. Physiologie, 5. Bd. Heidelberg und Leipzig 1831.

v. La Valetta St George, Ueber die Genese der Samenkörper. Arch. f. mikroskopische Anatomie, 15. Bd. Bonn 1878.

Vogt, Emil, Sterilität und Spermaimmunität. Klin. Wochenschrift, 1922.

Vogt, Emil, Spermaimmunität. Monatsschrift f. Geburtshilfe und Gynäkologie, Bd. 62.

Wagner, R., Lehrbuch der speziellen Physiologie. Leipzig 1842.

Waldeyer, W., Die Geschlechtszellen, in: O. Hertwigs Handbuch der vergleichenden und experimentellen Entwicklungslehre der Wirbeltiere, 1. Bd. 1. Teil. Jena 1906.

Waldeyer, W., Bau und Entwicklung der Samenfäden. Zbl. f. die gesamte wissenschaftl. Anatomie, 2. Jahrg. Jena 1887.

Waldstein u. Eckler, Der Nachweis resorbierten Spermas im weiblichen Organismus. Wiener klin. Wochenschrift, 1913.

Lebenslauf.

Am 9. Dezember 1916 wurde ich als Sohn des Zeitungsverlegers Wilhelm W i m m e r s h o f und seiner Ehefrau Maria Magdalene, geb. Baumann, in Diedenhofen in Lothringen geboren. Von dort wurden meine Eltern im Jahre 1919 ausgewiesen und zogen nach Vaihingen-Enz (Württemberg), wo ich die Volks- und Lateinschule besuchte.

Ostern 1936 legte ich am Dillmann-Realgymnasium in Stuttgart die Reifeprüfung ab. Nach Ableistung der Arbeitsdienst- und Wehrdienstpflicht bestand ich im Sommer 1942 nach vier vorklinischen Semestern, die durch Kriegswehrdienst unterbrochen waren, in Tübingen die ärztliche Vorprüfung (Physikum). Alle 4 Semester hatte ich als Wehrmachtsangehöriger in Tübingen studiert. Auch die klinischen Semester habe ich bis jetzt alle in Tübingen gehört, wo ich das Staatsexamen abzulegen gedenke.